

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2004 Thomson Derwent. All rts. reserv.

013992434 **Image available**

WPI Acc No: 2001-476649/200152

XRAM Acc No: C01-143036

XRFX Acc No: N01-352777

Plasma-like exhaust gas purification device comprises discharge electrode and grounding electrode arranged in exhaust gas path of combustion device, and discharge device

Patent Assignee: MITSUBISHI HEAVY IND CO LTD (MITO); MITSUBISHI JIDOSHA KOGYO KK (MITM); MITSUBISHI JUKOGYO KK (MITO); MITSUBISHI MOTOR CORP (MITM); KAWAMURA K (KAWA-I); KOGA K (KOGA-I); NAKAYAMA O (NAKA-I); OKADA K (OKAD-I); TAMURA Y (TAMU-I)

Inventor: KAWAMURA K; KOGA K; NAKAYAMA O; OKADA K; TAMURA Y

Number of Countries: 004 Number of Patents: 005

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
DE 10102681	A1	20010809	<u>DE 1002681</u>	A	20010122	200152 B
JP 2001205039	A	20010731	<u>JP 200018749</u>	A	20000127	200158
US 20010023589	A1	20010927	US 2001768258	A	20010125	200159
KR 2001078089	A	20010820	KR 20013767	A	20010126	200212
US 6558636	B2	20030506	US 2001768258	A	20010125	200338

Priority Applications (No Type Date): JP 200018749 A 20000127

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
DE 10102681	A1		17	B01D-053/32	
JP 2001205039	A		10	B01D-053/32	
US 20010023589	A1			F02C-003/14	
KR 2001078089	A			B01D-053/32	
US 6558636	B2			B01J-019/08	

Abstract (Basic): DE 10102681 A1

NOVELTY - Plasma-like exhaust gas purification device comprises a discharge electrode (7) and a grounding electrode (8) arranged in an exhaust gas path (2) of a combustion device (1), and a discharge device (9). A corona discharge is produced, in which the exhaust gas is purified. The device further comprises a dielectric (5) arranged in the exhaust gas path between the electrodes, the dielectric having several independent hollow chambers (6) to allow the exhaust gas to circulate.

DETAILED DESCRIPTION - Preferred Features: The independent hollow chambers are arranged along the direction through the electrodes.

USE - Used for purifying I.C. engine exhaust gases.

ADVANTAGE - The plasma density is standardized so that sufficient purification ability of the device is exerted.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a perspective view of the purification device (Includes non-English language text).

combustion device (1)

exhaust gas path (2)

dielectric (5)

hollow chambers (6)

discharge electrode (7)

grounding electrode (8)

discharge device (9)

pp; 17 DwgNo 2/14

Title Terms: PLASMA; EXHAUST; GAS; PURIFICATION; DEVICE; COMPRISE;

DISCHARGE; ELECTRODE; GROUNDED; ELECTRODE; ARRANGE; EXHAUST; GAS; PATH;

COMBUST; DEVICE; DISCHARGE; DEVICE

Derwent Class: H06; J01; Q51; Q52

International Patent Class (Main): B01D-053/32; B01J-019/08; F02C-003/14

International Patent Class (Additional): B01D-053/34; F01N-003/08

File Segment: CPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): H06-C04; J01-E02H

?



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 02 681 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
B 01 D 53/32
F 01 N 3/08

21 Aktenzeichen: 101 02 681.1
22 Anmeldetag: 22. 1. 2001
43 Offenlegungstag: 9. 8. 2001

DE 101 02 681 A 1

30 Unionspriorität:
00-018749 27. 01. 2000 JP

71 Anmelder:
Mitsubishi Jidosha Kogyo K.K., Tokio/Tokyo, JP;
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Farago, P., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 80469
München

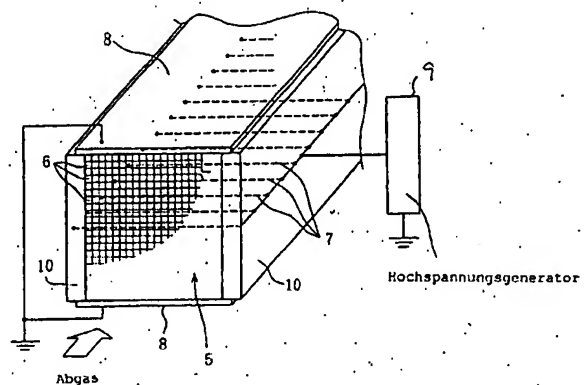
72 Erfinder:
Tamura, Yasuki, Tokio/Tokyo, JP; Okada, Kojiro,
Tokio/Tokyo, JP; Koga, Kazuo, Tokio/Tokyo, JP;
Nakayama, Osamu, Tokio/Tokyo, JP; Kawamura,
Keisuke, Nagasaki, JP; Kawamura, Kiyoshi,
Komaki, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Plasmaartiges Abgasreinigungsgerät

57 Das vorliegende plasmaartige Abgasreinigungsgerät umfaßt ein Dielektrikum (5), das zwischen einer Entladungselektrode (7) und einer Erdungselektrode (8) angeordnet wird. Das Dielektrikum verfügt über eine Vielzahl an darin gebildeten unabhängigen Hohlraumschichten. Das Abgas aus der Brennvorrichtung (1) strömt durch das Innere der Vielzahl an unabhängigen Hohlraumschichten (6). Solchermaßen werden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät die Entladungselektrode (7) und die Erdungselektrode (8) auf sichere Weise durch die Hohlräume (6) getrennt. Wenn eine Spannung aus einem Hochspannungsgenerator (9) zwischen der Entladungselektrode (7) und der Erdungselektrode (8) angelegt wird, tritt das Plasma, das aus den Koronaentladungen hervorgeht, in jedem einzelnen Hohlraum (6) auf, ohne unmittelbar quer durch die Entladungselektrode (7) und die Erdungselektrode (8) hervorzugehen. Das Abgas wird dadurch gereinigt.



DE 101 02 681 A 1

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Erfindungsgebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft ein plasmaartiges Abgasreinigungsgerät, in an einer Entladungselektrode und an einer Erdungselektrode eine Spannung angelegt wird, um ein Koronaentladungsfeld zu erzeugen, und wobei in dem das von einer Brennvorrichtung – wie beispielsweise einem Motor – ausgestoßene Abgas zur Reinigung durch diese Elektrode geführt wird.

Beschreibung des dazugehörigen technischen Gebiets

Ein plasmaartiges Abgasreinigungsgerät dieser Art wird beispielsweise in der japanischen Patentoffenlegung Nr. Hei 5-59934 offenbart. In diesem plasmaartigen Abgasreinigungsgerät wird eine Erdungselektrode zylindrisch um eine lineare Entladungselektrode herum angeordnet, um eine Koronaentladungsröhre zu bilden. Die Koronaentladungsröhre wird im Abgasweg eines Motors angeordnet. Beim Motorbetrieb führt dieses plasmaartige Abgasreinigungsgerät das Abgas aus dem Motor durch das Innere der zylindrischen Erdungselektrode, während zwischen den Elektroden eine vorbestimmte Spannung aus einem Hochspannungsgenerator angelegt wird. Dies erzeugt ein Koronaentladungsfeld, um Plasma zu erzeugen, was das Abgas reinigt. Außerdem verfügt dieses plasmaartige Abgasreinigungsgerät über eine Reihe von dielektrischen Körnern oder Kügelchen, die zwischen die Elektroden gefüllt werden, so daß die elektrischen Entladungen der Einheitlichkeit im elektrischen Feld zuliebe an kurzen Bereichen zwischen benachbarten Dielektrika erfolgt.

Da ein solches plasmaartiges Abgasreinigungsgerät die Dielektrika in Form von Körnern oder Kügelchen aufwies, standen die Entladungselektrode und die Erdungselektrode durch kleine Zwischenräume zwischen den Dielektrika miteinander in Verbindung. In diesem Fall windete sich das Plasma aus den Koronaentladungen durch die Dielektrika, um sich hauptsächlich zwischen den Elektroden zu erstrecken, wobei zwischen den Dielektrika dieses kaum geschah. Entsprechend konnte das plasmaartige Abgasreinigungsgerät kein Feld von angemessener Gleichförmigkeit bereitstellen. Solchermaßen könnte das Abgas in den Bereichen geringerer Plasmadichten wie beispielsweise in der Nähe der äußeren Erdungselektrode leicht ungereinigt hindurchgehen und in die Luft ausgestoßen werden.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

Eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung liegt darin, ein plasmaartiges Abgasreinigungsgerät bereitzustellen, das die Plasmadichte vereinheitlicht, so daß eine ausreichende Abgasreinigungsfähigkeit ausgeübt wird.

Diese Aufgabe wurde durch die Bereitstellung eines plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts gemäß der vorliegenden Erfindung erreicht. Das Gerät umfaßt ein in einem Abgasweg zwischen einer Entladungselektrode und einer Erdungselektrode angeordnetes Dielektrikum. Das Dielektrikum hat eine Vielzahl unabhängiger Hohlräume, um dem Abgas zu erlauben, hindurchzufließen.

Wenn jeder Hohlraum im Dielektrikum solchermaßen unabhängig gebildet ist, werden die Entladungselektrode und die Erdungselektrode zuverlässig getrennt, so daß das Koronaentladungsplasma in jedem einzelnen Hohlraum auftritt, ohne direkt an der Entladungselektrode und der Erdungs-

elektrode zu entstehen. Dies führt zu kürzeren Entladungsbereichen, wobei zwischen den Elektroden ein Plasma einheitlicher Dichte erhalten wird.

Solchermaßen kann die Abgasreinigungsfähigkeit in ausreichendem Maße ausgeübt werden.

Die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen wird entlang der Richtung an den Elektroden angelegt. Dann wird der Ausdruck

$$V \geq E_a \times (D_s \times \epsilon_a / \epsilon_s + D_a) \times R$$

erfüllt, worin V eine eingeprägte Spannung ist, die für die Entladung zwischen der Entladungselektrode und der Erdungselektrode erforderlich ist, E_a ein elektrisches Feld ist, das für die Ionisierung (Zersetzung des Abgases) benötigt wird und das auf jeden der Hohlräume wirkt, ϵ_s die Permittivität des Dielektrikums ist, D_a die Gesamtdicke der Hohlräume in Richtung quer durch die Elektroden ist, D_s die Gesamtdicke des Dielektrikums in Richtung quer durch die Elektroden ist, und R eine relative Gasdichte ist, die mit der Temperatur und dem Druck korreliert ist.

Entsprechend werden die Gesamtdicken D_a und D_s der Hohlräume und des Dielektrikums, die an den Elektroden eingeprägte Spannung V und alle anderen Größen in ein ideales Verhältnis gesetzt.

Solchermaßen können Nachteile wie beispielsweise der sich aus der falschen Einstellung ergebende Stromverbrauch unterdrückt werden, während das Plasma zuverlässig erzeugt wird, so daß die Abgasreinigungsfunktion in ausreichendem Maße ausgeübt wird.

Alternativ dazu wird eine Elektrode aus der Entladungselektrode und der Erdungselektrode mit einer linearen Form und die andere Elektrode mit einer zylindrischen Form ausgebildet und mit der einen Elektrode in der Mitte angeordnet. Das Dielektrikum setzt sich aus einer Vielzahl zylindrischer dielektrischer Schichten zusammen, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet sind. Die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen setzt sich aus einer Vielzahl unabhängiger, zylindrischer Hohlraumschichten zusammen, die zwischen der Vielzahl an dielektrischen Schichten ausgebildet sind. Dann wird der Ausdruck

$$V \geq E_a \times \{ \epsilon_{am} \times (r_{a2m} - r_{a1m}) / \ln(r_{a2m} / r_{a1m}) \} \times R \times \sum \{ \ln(r_{a2n} / r_{a1n}) / \epsilon_{an} + \ln(r_{s2k} / r_{s1k}) / \epsilon_{sk} \}$$

für eine mste Hohlraumschicht erfüllt, worin V eine eingeprägte Spannung ist, die für eine Entladung zwischen der Entladungselektrode und der Erdungselektrode erforderlich ist, E_a ein für die Ionisierung (Zersetzung des Abgases) benötigtes elektrisches Feld ist, das auf jede der Hohlraumschichten wirkt, \sum eine Gesamtsumme unter $n = 1-N$ und $k = 1-K$ ist, und zwar vorausgesetzt, daß N die Anzahl der Hohlraumschichten zwischen den Elektroden ist und K die Anzahl der dielektrischen Schichten ist, ϵ_{an} die Permittivität einer nsten Hohlraumschicht ist, ϵ_{sk} die Permittivität einer ksten dielektrischen Schicht ist, ϵ_{am} die Permittivität der msten Hohlraumschicht ist, r_{a1n} der innere Radius der nsten Hohlraumschicht ist, r_{a2n} der äußere Radius der nsten Hohlraumschicht ist, r_{s1k} der innere Radius der ksten dielektrischen Schicht ist, r_{s2k} der äußere Radius der ksten dielektrischen Schicht ist, r_{a1m} der innere Radius der msten Hohlraumschicht ist, r_{a2m} der äußere Radius der msten Hohlraumschicht ist, und R eine relative Gasdichte ist, die mit der Temperatur und dem Druck korreliert ist.

Entsprechend werden die Radien r_{a1n} , r_{a2n} , r_{s1k} und r_{s2k} der Hohlraumschichten und der dielektrischen Schichten, die an den Elektroden eingeprägte Spannung und wei-

tere Größen in ein ideales Verhältnis gesetzt.

Wie es beschrieben wurde, können daher Nachteile wie beispielsweise der unnötige Stromverbrauch, der sich aus der falschen Einstellung ergibt, unterdrückt werden, während zuverlässig Plasma erzeugt wird. Solchermaßen wird die Abgasreinigungsfunktion in ausreichendem Maße ausgeübt.

Alternativ dazu wird eine Elektrode aus der Entladungselektrode und der Erdungselektrode mit einer linearen Form und die andere Elektrode mit einer Zylindrischen Form ausgebildet und mit der einen Elektrode in der Mitte angeordnet. Das Dielektrikum setzt sich aus einer Vielzahl zylindrischer dielektrischer Schichten zusammen, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet sind. Die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen setzt sich aus einer Vielzahl unabhängiger, zylindrischer Hohlraumschichten zusammen, die zwischen der Vielzahl an dielektrischen Schichten ausgebildet sind. Daraufhin werden Feldeinstellabschnitte zum Besetzen eines Umfangsausmaßes in den Hohlraumschichten angeordnet, so daß die inneren Hohlraumschichten eine höhere Permittivität als die äußeren Hohlraumschichten haben.

Eine solche Anordnung von Feldeinstellabschnitten in den einzelnen Hohlräumen macht die inneren Hohlräume in der Permittivität höher als die äußeren Hohlräume, wodurch die Hohlräume in der Kapazität zunehmen und im elektrischen Feld in Richtung Innenseite abnehmen.

Dies ermöglicht es, die radialen Änderungen im elektrischen Feld zu unterdrücken, die sich aus der Struktur der Elektrodenanordnung ergeben, wodurch für die höhere Abgasreinigungsfähigkeit eine einheitliche Plasmadichte erlaubt wird.

Alternativ dazu wird eine Elektrode von den beiden Elektroden, der Entladungselektrode und der Erdungselektrode, mit einer linearen Form und die andere Elektrode mit einer zylindrischen Form ausgebildet und mit der einen Elektrode in der Mitte angeordnet. Das Dielektrikum setzt sich aus einer Vielzahl zylindrischer dielektrischer Schichten zusammen, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet sind. Die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen setzt sich aus einer Vielzahl unabhängiger, zylindrischer Hohlraumschichten zusammen, die zwischen der Vielzahl an dielektrischen Schichten ausgebildet sind. Hier ist die jeweilige radiale Dicke der Hohlraumschichten an der Außenseite kleiner als an der Innenseite.

Wenn solchermaßen äußere Hohlräume mit einer geringeren Dicke ausgebildet werden, nehmen die äußeren Hohlräume in der Flußrate des Abgases ab und erhöhen daraufhin die Verweilzeit des Abgases, womit das Abgas über einen längeren Zeitraum der Reinigungsfunktion des Plasmas unterworfen wird.

Dies kann radiale Unterschiede in der Reinigungsfunktion unterdrücken, wodurch eine wiederum bessere Reinigungsfähigkeit erzielt wird.

Alternativ dazu ist eine Elektrode von den beiden Elektroden, der Entladungselektrode und der Erdungselektrode, mit einer linearen Form und die andere Elektrode mit einer zylindrischen Form ausgebildet und mit der einen Elektrode an der Mitte angeordnet. Das Dielektrikum setzt sich aus einer Vielzahl zylindrischer dielektrischer Schichten zusammen, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet sind. Die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen setzt sich aus einer Vielzahl unabhängiger, zylindrischer Hohlraumschichten zusammen, die zwischen der Vielzahl an dielektrischen Schichten ausgebildet sind. Dann werden hervorstehende Abschnitte, die sich in die Hohlraumschichten erstrecken,

auf den Oberflächen der Dielektrikumschichten angeordnet, so daß ihre Anordnungsichten an den äußeren Dielektrikumschichten höher sind als an den inneren Dielektrikumschichten.

Wenn die hervorstehenden Abschnitte, um als Abschnitte der uneinheitlichen Felder zu wirken, solchermaßen an den Oberflächen der Dielektrika angeordnet werden, wobei ihre Anordnungsichten an der Außenseite, an der die Entladungsanlaufspannung dazu neigt, mit Zunehmen des Krümmungsradius zu steigen, höher sind als an der Innenseite, wird die Anlaufspannung in radialen Richtungen vereinheitlicht.

Dies erlaubt es der an den Elektroden angelegten Spannung, einheitlich auf jeden Hohlraum zu wirken, wodurch eine wiederum bessere Abgasreinigungsfähigkeit erzielt wird.

Ein weiterer Anwendbarkeitsumfang der vorliegenden Erfindung wird aus der hiernach dargelegten detaillierten Beschreibung ersichtlich. Jedoch sollte es klar sein, daß die detaillierte Beschreibung und das spezielle Beispiel, während sie die bevorzugte Ausführungsform der Erfindung zeigen, nur zur Veranschaulichung dargelegt werden, da den Fachleuten auf dem Gebiet in Zusammenhang mit dieser detaillierten Beschreibung verschiedene Änderungen und Modifikationen innerhalb des Geists und Schutzzumfangs der Erfindung ersichtlich sein werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Die vorliegende Erfindung wird besser in Zusammenhang mit der hier unten dargelegten detaillierten Beschreibung und den begleitenden Zeichnungen verständlich, die nur zur Veranschaulichung dargelegt werden und solchermaßen die vorliegende Erfindung nicht einschränken, und worin:

Fig. 1 ein Blockdiagramm ist, das das gesamte System des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts gemäß einer ersten Ausführungsform zeigt;

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht ist, die die Ausbildung des Dielektrikums und der Elektroden in einer Koronaentladungsröhre zeigt;

Fig. 3 ein erläuterndes Diagramm ist, das das Verhältnis zwischen den Hohlraumschichten und den Dielektrikumschichten in einer Ersatzschaltung zeigt;

Fig. 4 eine perspektivische Ansicht ist, die eine zweite Ausführungsform mit einer modifizierten Elektrodenanordnung zeigt;

Fig. 5 eine Querschnittsansicht ist, die den Aufbau der Dielektrika und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt;

Fig. 6 eine Querschnittsansicht ist, die den Aufbau der Dielektrika und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt;

Fig. 7 eine Querschnittsansicht ist, die den Aufbau der Dielektrika und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt;

Fig. 8 ein Strömungsbild ist, das die Flußrate des Abgases zeigt;

Fig. 9 eine Vorderansicht ist, die ein modifiziertes Beispiel für die fünfte Ausführungsform mit einer Flußeinstellscheibe zeigt;

Fig. 10 eine perspektivische Ansicht ist, die einen Draht zeigt, der im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß einer sechsten Ausführungsform gewickelt wird;

Fig. 11 eine vergrößerte Querschnittsansicht der Dielektrika ist, die das Verhältnis zwischen einer Hohlraumdicke d und einem Wickelschritt P zeigt;

Fig. 12 eine vergrößerte Querschnittsansicht ist, die ein modifiziertes Beispiel zeigt, in dem an einem Dielektrikum

Katalysatorschichten gebildet werden;

Fig. 13 eine Vorderansicht ist, die ein modifiziertes Beispiel zeigt, in dem eine Vielzahl von Dielektrika gemäß der ersten Ausführungsform gestapelt ist; und

Fig. 14 eine perspektivische Ansicht ist, die ein modifiziertes Beispiel zeigt, in dem eine Vielzahl von Dielektrika gemäß der dritten Ausführungsform senkrecht und horizontal angeordnet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSFORMEN

[Erste Ausführungsform]

Hiernach wird die Beschreibung der ersten Ausführungsform des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Fig. 1 ist ein Blockdiagramm, das das Gesamtsystem des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts gemäß der ersten Ausführungsform zeigt. Fig. 2 ist eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung des Dielektrikums und der Elektroden in einer Koronaentladungsröhre zeigt.

Wie in diesen Diagrammen gezeigt, wird eine Koronaentladungsröhre 3 im Abgasweg 2 einer am Auto angebrachten Brennvorrichtung oder eines Motors 1 angebracht. Das Abgas aus dem Motor 1 wird durch die Koronaentladungsröhre 3 hindurchgeführt. Ein Gehäuse 4 der Koronaentladungsröhre 3 enthält ein Dielektrikum 5 wie beispielsweise Tonerde, und zwar als Ganzes gesehen in einer rechteckigen, festen Anordnung.

Das Dielektrikum 5 verfügt über eine Reihe von Hohlräumen 6, die im Querschnitt rechteckig sind und in einer Matrix angeordnet werden. Die Hohlräume 6 werden jeweils von gitterartigen Wänden umgeben, die aus einem Dielektrikum 5 hergestellt sind (und die hiernach als Dielektrikumschichten bezeichnet), damit unabhängig geschlossene Räume erzeugt werden. Außerdem sind die Hohlräume 6 so geformt, daß das Abgas in der Flußrichtung des Abgases durch das Dielektrikum passiert. Das bedeutet, daß die stromaufwärts und die stromabwärts gelegene Seite des Gehäuses 4 mittels der Hohlräume 6 miteinander in Verbindung stehen.

Wie in der Fig. 2 gezeigt, ist eine Anzahl linearer Entladungselektroden 7 in einer Reihe nahe dem senkrechten Mittelpunkt des Dielektrikums 5 entlang der Flußrichtung des Abgases angeordnet. Diese Entladungselektroden 7 sind im Dielektrikum 5 eingebettet. Die Entladungselektroden 7 erstrecken sich jeweils durch die Breite des Dielektrikums, wobei eine Teil ihrer Enden an einem Hochspannungsgenerator 9 miteinander verbunden werden. Zusätzlich werden an der oberen und unteren Oberfläche des Dielektrikums 5 flache Erdungselektroden 8 bereitgestellt. Diese Erdungselektroden 8 werden miteinander verbunden und geerdet. Übrigens wird sowohl die rechte als auch linke Seite des Dielektrikums 5 mit Isolatoren 10 abgedeckt. Wie oben erwähnt, sind die einzelnen Hohlräume 6 unabhängig voneinander und werden von den Dielektrikumschichten des Dielektrikums 5 umgeben. Daher werden die Entladungselektroden 7 in der Mitte und die Erdungselektroden 8 oben und unten sicher und ohne Verbindung dazwischen von den Hohlräumen 6 getrennt.

Eine ECU (elektronische Steuereinheit) 11 ist mit dem oben erwähnten Hochspannungsgenerator 9 verbunden. Unter den Befehlen aus dieser ECU 11 erzeugt der Hochspannungsgenerator 9 eine vorbestimmte Spannung und legt dieselbe an den Entladungselektroden 7 an. Im übrigen steuert die ECU 11 auch den Motor 1, ein nicht gezeigtes Automatikgetriebe und dergleichen.

Im solchermaßen aufgebauten plasmaartigen Abgasreinigungsgerät startet der Motor 1 den Betrieb unter einem Startbetrieb des Fahrers, während das Abgas aus dem Motor 1 durch den Abgasweg 2 in das Gehäuse 4 der Koronaentladungsröhre 3 eingeführt wird. Das Abgas fließt durch die Hohlräume 6 in das Dielektrikum 5, bevor es durch einen Auspufftopf (nicht gezeigt) in die Luft ausgestoßen wird. Während dieser Motor 1 in Betrieb ist, gibt die ECU 11 daraufhin Befehle an den Hochspannungsgenerator 9 aus, so daß eine vorbestimmte Spannung erzeugt und an den Entladungselektroden 7 angelegt wird. Als Ergebnis wird zwischen den Entladungselektroden 7 und den oberen und unteren Erdungselektroden 8 ein Koronaentladungsfeld gebildet, wodurch die Abgasreinigungsfunktion ausgeübt wird.

Im Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform stellt die unabhängige Bildung der einzelnen Hohlräume 6 im Dielektrikum 5, wie oben beschrieben, die sichere Trennung zwischen den Entladungselektroden 7 und den Erdungselektroden 8 bereit. Dadurch wird verhindert, daß das Koronaentladungsplasma direkt durch die Entladungselektroden 7 und die Erdungselektroden 8 erfolgt, wie es beispielsweise in der japanischen Patentoffenlegung Nr. Hei 5-59934 beschrieben wird. Dann tritt das Plasma getrennt in den einzelnen Hohlräumen 6 auf und in extrem kleinen Entladungsbereichen. Dies führt zu dem Plasma einheitlicher Dichte (d. h. einheitliches elektrisches Feld) zwischen den Entladungselektroden 7 und den Erdungselektroden 8.

Wenn darüber hinaus das Dielektrikum 5 solchermaßen zwischen den Entladungselektroden 7 und den Erdungselektroden 8 angeordnet ist, um die Entladungen innerhalb der einzelnen Hohlräume 6 zu bewirken, können unter derselben eingepprägten Spannung V höhere eingepprägte Felder erhalten werden, womit sich die Reinigungsfähigkeit verbessert. Der Grund dafür wird hiernach beschrieben.

Fig. 3 ist ein Diagramm, das das Verhältnis zwischen den Hohlräumen 6 und den Dielektrikumschichten in einer Ersatzschaltung zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, werden die Schichten der Hohlräume 6 oder die Hohlraum-schichten und die Dielektrikumschichten des Dielektrikums 5 abwechselnd in Richtungen von den Entladungselektroden 7 hin zu den Erdungselektroden 8 angeordnet (die senkrechte Richtung in Fig. 3). Vorausgesetzt, daß die Dicke einer jeden Hohlraumschicht da ist und daß die Dicke einer jeden Dielektrikumschicht ds ist, kann das Verhältnis dazwischen durch eine Ersatzschaltung dargestellt werden, die aus Kondensatoren besteht, die über eine Kapazität Ca verfügen, die zu der einer jeden Hohlraumschicht äquivalent ist (tatsächlich fließt das Abgas durch die Hohlräume 6), und die aus Kondensatoren besteht, die über eine Kapazität Cs verfügen, die zu der einer jeden Dielektrikumschicht äquivalent ist.

Wenn hierin N für die Anzahl der Hohlraumschichten in der Zwischen-Elektrodenrichtung, K für die Anzahl der Dielektrikumschichten, V für die zwischen den Entladungselektroden 7 und den Erdungselektroden 8 angelegte Spannung, Va für die an jeder Hohlraumschicht 6 angelegte Spannung und Vs für die an jeder Dielektrikumschicht angelegte Spannung steht, wird dann die eingepprägte Spannung V durch den folgenden Ausdruck (1) angegeben:

$$V = K \times V_s + N \times V_a \quad (1)$$

Da die Ladung Q in jeder Hohlraumschicht oder jeder Dielektrikumschicht identisch ist, erhält man angesichts des bekannten Ausdrucks $Q = CV$ den folgenden Ausdruck (2):

$$V = K \times Q/C_s + N \times Q/C_a \quad (2)$$

Nimmt man hier an, daß in einer Hohlraumschicht $Q = Ca \times Va$, werden die folgenden Ausdrücke (3) und (4) abgeleitet:

$$V = \{K/Cs + N/Ca\} \times (Ca \times Va) \quad (3)$$

$$Va = (1/Ca) / \{K/Cs + N/Ca\} \times V \quad (4)$$

Nimmt man hier an, daß die Permittivität der Hohlraumschichten ϵ_a und die Permittivität der Dielektrikumschichten ϵ_s ist, wird angesichts des bekannten Ausdrucks $C = 2\pi\epsilon/d$ die folgende Gleichung (5) erhalten:

$$Va = (da/\epsilon_a) / \{K \times ds/\epsilon_s + N \times da/\epsilon_a\} \times V \quad (5)$$

Da das für die Ionisierung (Zersetzung des Abgases) erforderliche eingeprägte Feld E_a , das auf eine Hohlraumschicht wirkt, als $E_a = Va/da$ ausgedrückt werden kann, wird der folgende Ausdruck (6) abgeleitet:

$$E_a = (1/\epsilon_a) / \{K \times ds/\epsilon_s + N \times da/\epsilon_a\} \times V \quad (6)$$

Dann wird die Gesamtdicke Da der Hohlraumschichten in der Zwischen-Elektrodenrichtung als $Da = da \times N$ ausgedrückt und die Gesamtdicke Ds der Dielektrikumschichten in der Zwischen-Elektrodenrichtung ist $Ds = ds \times (N + 1)$, womit der folgende Ausdruck (7) abgeleitet wird

$$E_a = \epsilon_s / (Ds \times \epsilon_a + Da \times \epsilon_s) \times V \quad (7)$$

Jetzt kann ein durchschnittliches eingeprägtes Feld E_0 für Situationen, in denen das Dielektrikum 5 nicht zwischen den Elektroden angeordnet ist, als $E_0 = V/(Ds + Da)$ ausgedrückt werden. Angesichts dieses Ausdrucks wird V aus dem Ausdruck (7) eliminiert, um den folgenden Ausdruck (8) zu erhalten:

$$E_a = (Ds + Da) / (Ds \times \epsilon_a/\epsilon_s + Da) \times E_0 \quad (8)$$

Hier ist unter normalen Umständen das Verhältnis ϵ_a/ϵ_s zwischen der Permittivität des Abgases und der Permittivität des Dielektrikums 5 nicht kleiner als "1". Wenn zum Beispiel das Dielektrikum 5 Tonerde ist, ist $\epsilon_a/\epsilon_s = 10$ oder dergleichen. Solchermaßen wird $\epsilon_a/\epsilon_s < 1$ oder $E_a > E_0$ die ganze Zeit über gehalten.

Das bedeutet, daß die Anordnung des Dielektrikums 5 in Übereinstimmung mit dem Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Erfindung höhere elektrische Felder unter derselben eingepprägten Spannung V bieten kann.

Jetzt ändert sich der Ausdruck (7) unter der Annahme, daß $E_a = 10$ ist, um den folgenden Ausdruck (9) zu erhalten:

$$V \geq 10 \times (Ds \times \epsilon_a/\epsilon_s + Da) \times R \quad (9)$$

Hier ist R eine relative Gasdichte, die zur Temperatur und zum Druck korreliert ist, wobei eine Gasdichte bei 1 Luftdruck und einer Raumtemperatur (300 K) 1 ist.

Das bedeutet, daß die Gesamtdicke Da und Ds des Hohlraums und der Dielektrikumschichten, die an den Elektroden eingepprägte Spannung V und andere Größen eingestellt werden können, um dem Ausdruck (9) zu genügen, so daß diese Werte in einem idealen Verhältnis erhalten bleiben. Wenn zum Beispiel die Gesamtdicken Da und Ds vorbestimmt werden, gibt der Ausdruck (9) die geringste geeignete eingepprägte Spannung V an, die erforderlich ist, um das Koronaentladungsfeld zu bilden. Wenn es andererseits aufgrund von Fahrzeugspezifikationen oder dergleichen eine

obere Grenze für die Versorgungsspannung gibt, können die Gesamtdicken Da und Ds , die für die Bildung des Koronaentladungsfelds geeignet sind, auf der Grundlage von jener Spannung eingestellt werden.

Wie oben beschrieben, werden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der ersten Ausführungsform eine Anzahl von unabhängigen Hohlräumen 6 im Dielektrikum 5 gebildet. Daher kann das Anlegen einer Spannung zwischen den Elektroden an sehr kurzen Bereichen innerhalb der einzelnen Hohlräume 6 Plasma erzeugen, womit eine einheitliche Plasmadichte erreicht wird. Dies kann das Vorbeifließen des ungereinigten Abgases ausschließen, wodurch eine ausreichende Reinigungsfunktion ausgeübt wird.

Wie in Verbindung mit Ausdruck (8) beschrieben, führt zusätzlich die Bereitstellung des Dielektrikums 5 zu einem eingepprägten Feld E_a , das höher als das durchschnittliche eingepprägte Feld E_0 mit keinem Dielektrikum 5 unter derselben eingepprägten Spannung V ist. Dies bedeutet eine gesamte Verbesserung der Reinigungsfähigkeit.

Das Einstellen der jeweiligen Gesamtdicke Da und Ds der Hohlräume und der Dielektrikumschichten, der an den Elektroden eingepprägte Spannung V und von anderen Größen, um den Ausdrucks (9) zu erfüllen, kann ein ideales Verhältnis zwischen diesen Werten festlegen. Daher können Nachteile, wie beispielsweise ein unnötiger Stromverbrauch, die sich aus einer falschen Einstellung ergeben, unterdrückt werden, während das Plasma der Abgasreinigungsfunktion zuliebe auf sichere Weise erzeugt wird.

[Zweite Ausführungsform]

Hiernach wird die Beschreibung der zweiten Ausführungsform des plasmaartigen Gasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Verglichen mit demjenigen aus der ersten Ausführungsform, unterscheidet sich das Abgasreinigungsgerät der zweiten Ausführungsform in der Anordnung der Entladungselektroden 7 und der Erdungselektroden 8. Aus diesem Grund wird die Beschreibung der Teile, die denen der ersten Ausführungsform gleichen, weggelassen, und die Unterschiede werden hervorgehoben.

Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, die die Anordnung des Dielektrikums und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der zweiten Ausführungsform zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, hat das plasmaartige Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Erfindung lineare Erdungselektroden 22, die auf dieselbe Art und Weise wie die Entladungselektroden 21 oder in einer Vielzahl von Reihen entlang der Flußrichtung des Abgases bereitgestellt werden. Außerdem werden diese Entladungs- und Erdungselektroden 21 und 22 einander senkrecht abwechselnd angeordnet. Das bedeutet, daß eine Vielschichtstruktur von Elektroden gebildet wird (z. B. zwei Schichten Entladungselektroden mit drei Schichten Erdungselektroden). Die Entladungselektroden 21 werden jeweils mit dem Hochspannungsgenerator 9 verbunden. Die Erdungselektroden 22 werden jeweils geerdet.

Wie in Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform, erzeugt das Abgasreinigungsgerät dieser Anordnung ein Plasma innerhalb der einzelnen Hohlräume 6 im Dielektrikum 5, wodurch eine einheitliche Plasmadichte erreicht wird. Dies bietet eine zufriedenstellende Reinigungsfähigkeit. Außerdem können unter derselben eingepprägten Spannung V höher eingepprägte Felder E_a erhalten werden, was eine Gesamtverbesserung in der Reinigungsfähigkeit bedeutet.

[Dritte Ausführungsform]

Hiernach wird die Beschreibung der dritten Ausführungsform des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Fig. 5 ist eine Querschnittsansicht, die die Anordnung der Dielektrika und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der dritten Ausführungsform zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, verfügt das plasmaartige Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform über eine zylindrische Erdungselektrode 32 um eine einzige lineare Entladungselektrode 31 herum. Die Entladungselektrode 31 ist mit einem Hochspannungsgenerator 9 verbunden. Die Erdungselektrode 32 ist geerdet. Zusätzlich wird eine Reihe zylindrischer Dielektrika 33, die aus Tonerde oder dergleichen hergestellt sind, zwischen der Entladungselektrode 31 und der Erdungselektrode 32, konzentrisch um die Entladungselektrode 31 herum, angeordnet. Die zylindrischen Hohlräume 34 werden voneinander getrennt zwischen den einzelnen Dielektrika 33 ausgebildet. Das bedeutet, daß eine Anzahl von Dielektrika 33 Dielektrikumschichten bilden und eine Anzahl von Hohlräumen 34 bilden Hohlraumsschichten. Das Abgas aus dem Motor 1 fließt durch das jeweilige Innere der Hohlräume 34.

Im solchermaßen angeordneten plasmaartigen Abgasreinigungsgerät wird der Motor 1 von einem Startbetrieb des Fahrers gestartet. Unter den Befehlen der ECU 11, erzeugt daraufhin der Hochspannungsgenerator 9 eine vorbestimmte Spannung und legt dieselbe an der Entladungselektrode 31 an. Als Ergebnis wird zwischen der Entladungselektrode 31 und der Erdungselektrode 32 ein Koronaentladungsfeld gebildet, wodurch die Abgasreinigungsfunktion ausgeübt wird.

Wie die erste Ausführungsform, wird das Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform mit jeweils voneinander unabhängig gebildeten Hohlräumen 34 bereitgestellt, was die Trennung zwischen der Entladungselektrode 31 und der Erdungselektrode 32 gewährleistet. Davor geschützt, daß das Koronaentladungsplasma direkt quer durch die Entladungselektrode 31 und die Erdungselektrode 32 auftritt, tritt solchermaßen das Koronaentladungsplasma in den einzelnen Hohlräumen 34 mit kurzen Entladungsbereichen auf. Dies führt zu einem Plasma mit einer einheitlichen Dichte zwischen der Entladungselektrode 31 und der Erdungselektrode 32.

Wie in der ersten Ausführungsform, können die Verhältnisse zwischen den Hohlraumsschichten, Dielektrikumschichten und der eingepprägten Spannung V in der vorliegenden Ausführungsform ebenfalls auf der Grundlage der Ausdrücke optimiert werden. Die Verfahrensweisen werden hiernach beschrieben.

Sogar in der vorliegenden Ausführungsform werden die Hohlraumsschichten der Hohlräume 34 und die Dielektrikumschichten das Dielektrikum 33 abwechselnd angeordnet, wenn sie in Richtungen von der Entladungselektrode 31 zur Erdungselektrode 32 hin betrachtet werden (in diesem Fall in den radialen Richtungen).

Es wird angenommen, daß N und K für die jeweilige Anzahl der Hohlraumsschichten und Dielektrikumschichten stehen, Z für eine Gesamtsumme unter $n = 1-N$ und $k = 1-K$ steht, V_n für die eingepprägte Spannung an einer n-ten Hohlraumsschicht steht und V_k für die eingepprägte Spannung an einer k-ten Dielektrikumschicht steht. Dann wird die an den Elektroden eingepprägte Spannung V durch den folgenden Ausdruck (10) angegeben:

$$V = \Sigma (V_n + V_k) \quad (10)$$

Angenommen, daß die Kapazität an einer n-ten Hohlraumsschicht C_n ist und die Kapazität an einer k-ten Dielektrikumschicht C_k ist, wird angesichts des bekannten Ausdrucks $Q = C \cdot V$ der folgende Ausdruck (11) erhalten:

$$V = Q \times \Sigma (1/C_n + 1/C_k) \quad (11)$$

Nimmt man zusätzlich an, daß die Permittivität einer Hohlraumsschicht ϵ_n ist, die Permittivität einer k-ten Dielektrikumschicht ϵ_k ist, der Innenradius der n-ten Hohlraumsschicht r_{1n} ist, der Außenradius der n-ten Hohlraumsschicht r_{2n} ist, der Innenradius der k-ten Dielektrikumschicht r_{1k} ist, der Außenradius der k-ten Dielektrikumschicht r_{2k} ist ($r_{2k} = r_{1n}$, wenn die Dielektrikumschicht außerhalb der inneren Elektrode besteht), der Innenradius einer m-ten Hohlraumsschicht r_{1m} ist, der Außenradius der m-ten Hohlraumsschicht r_{2m} ist, die Kapazität der m-ten Schicht $C_m = 2\pi\epsilon_m / \ln(r_{2m}/r_{1m})$ ist und $Q = C_m \times V_m$ ist, dann wird der folgende Ausdruck (12) abgeleitet:

$$V = \Sigma \{ \ln(r_{2n}/r_{1n})/\epsilon_n + \ln(r_{2k}/r_{1k})/\epsilon_k \} \times \{ \epsilon_m / \ln(r_{2m}/r_{1m}) \} \times V_m \quad (12)$$

Da das für die Ionisierung (Zersetzen des Abgases) benötigte elektrische Feld E_m , das auf eine m-te Hohlraumsschicht wirkt, als $E_m = V_m / (r_{2m} - r_{1m})$ ausgedrückt werden kann, liefert der Ausdruck (12) den folgenden Ausdruck (13):

$$V = \Sigma \{ \ln(r_{2n}/r_{1n})/\epsilon_n + \ln(r_{2k}/r_{1k})/\epsilon_k \} \times \{ \epsilon_m \times (r_{2m} - r_{1m}) / \ln(r_{2m}/r_{1m}) \} \times E_m \quad (13)$$

Jetzt wird der Ausdruck (13) mit der Annahme, daß $E_m = 10$, abgeändert, um den folgenden Ausdruck (14) zu erhalten:

$$V \geq 10 \times \{ \epsilon_m \times (r_{2m} - r_{1m}) / \ln(r_{2m}/r_{1m}) \} \times R \times \Sigma \{ \ln(r_{2n}/r_{1n})/\epsilon_n + \ln(r_{2k}/r_{1k})/\epsilon_k \} \quad (14)$$

Dies gibt die Verhältnisse zwischen den Radien r_{1n} und r_{2n} einer jeden Hohlraumsschicht, den Radien r_{1k} und r_{2k} einer jeden Dielektrikumschicht, der an den Elektroden eingepprägten Spannung V und dergleichen an.

Wie oben beschrieben, macht im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der dritten Ausführungsform die Teilung durch die Dielektrika 33 die einzelnen Hohlräume 34 unabhängig voneinander. Daher kann das Anlegen einer Spannung zwischen den Elektroden ein Plasma innerhalb der einzelnen Hohlräume 34 erzeugen, womit eine einheitliche Plasmadichte erreicht wird. Dies kann das Vorbeifließen des ungereinigten Abgases ausschließen, wodurch eine ausreichende Reinigungsfunktion ausgeübt wird.

Dann kann das Einstellen der Radien r_{1n} und r_{2n} einer jeden Hohlraumsschicht, der Radien r_{1k} und r_{2k} einer jeden Dielektrikumschicht und der an den Elektroden eingepprägten Spannung V zum Erfüllen des Ausdrucks (14) ein ideales Verhältnis zwischen diesen Werten festlegen. Daher können Nachteile wie beispielsweise ein unnötiger Stromverbrauch, die sich aus einer falschen Einstellung ergeben, unterdrückt werden, während das Plasma der Abgasreinigungsfunktion zuliebe auf sichere Weise erzeugt wird.

[Vierte Ausführungsform]

Hiernach wird die Beschreibung der vierten Ausführungsform des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Das Abgasreinigungsgerät der vierten Ausführungsform

unterscheidet sich von dem der dritten Ausführungsform in der Anordnung der Dielektrika 33. Solchermaßen wird die Beschreibung derselben Teile wie in der dritten Ausführungsform weggelassen, und die Unterschiede werden hervorgehoben.

Fig. 6 ist eine Querschnittsansicht, die die Anordnung der Dielektrika und Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der vierten Ausführungsform zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, hat das plasmaartige Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform Feldeinstellabschnitte 41 aus Tonerde, die teilweise in jedem Hohlraum 34 angeordnet sind. Diese Feldeinstellabschnitte 41 können zum Herstellungszeitpunkt der Dielektrika 33 integral ausgebildet werden, um innere und äußere Dielektrika 33 zu verbinden. Alternativ dazu können die Feldeinstellabschnitte 41 und die Dielektrika 33 getrennt bereitgestellt werden.

Die Feldeinstellabschnitte 41 werden entlang der Länge der Dielektrika 33 in der axialen Richtung (Flußrichtung des Abgases) ausgebildet. In der Umfangsrichtung der Dielektrika 33 wird jeder der Feldeinstellabschnitte 41 innerhalb des Bereichs eines Winkels δ mit der Entladungselektrode 31 in der Mitte ausgebildet. Das bedeutet, daß die einzelnen Feldeinstellabschnitte 41 dieselben Ausmaße in Bezug auf die jeweiligen Hohlräume 34 besetzen. Solchermaßen haben die Feldeinstellabschnitte 41 jeweils einen gleichen Einfluß auf die jeweiligen Hohlräume 34. Die Anzahl der Feldeinstellabschnitte 41 in den Hohlräumen 34 wird zum Beispiel in der Reihenfolge von der Außenseite her als 2, 3, 4 und 8 bestimmt; d. h. je weiter innen desto größer.

Hiernach wird die Beschreibungsart der Wirkungsweise der solchermaßen angeordneten vierten Ausführungsform dargelegt.

Wie oben in der dritten Ausführungsform erwähnt, kann die Plasmaerzeugung innerhalb der einzelnen Hohlräume 34 die Plasmadichte (d. h. das radiale elektrische Feld) bis zu einem bestimmten Ausmaß vereinheitlichen. Das Gerät der dritten Ausführungsform hat jedoch einen Aufbau, in dem die zylindrische Erdungselektrode 32 um die Entladungselektrode 31 herum angeordnet wird. Dies bedeutet eine strukturelle Neigung dazu, daß die Kapazität mit dem Radius zunimmt, womit das elektrische Feld gesenkt wird.

Wenn andererseits die Hochpermittivitäts-Feldeinstellabschnitte 41 teilweise in einem Niedrigpermittivitäts-Hohlraum 34 bereitgestellt werden, erhöht sich die gesamte Permittivität für eine höhere Kapazität. Entsprechend kann die Bereitstellung der Feldeinstellabschnitte 41 für die inneren Hohlräume 34 in einer steigenden Anzahl, wie oben erwähnt, eine größere Kapazität für die inneren Hohlräume 34 erzeugen. Dies kann die Feldänderungen ausgleichen, die sich aus dem oben beschriebenen strukturellen Grund ergeben. Als Ergebnis kann die radiale Feldänderung für eine noch höhere Einheitlichkeit in der Plasmadichte unterdrückt werden, wodurch eine noch höhere Abgasreinigungsfähigkeit erreicht wird. Im übrigen, bedeutet die oben erwähnte gesamte Permittivität eine Netto-Permittivität des Hohlraums 34, einschließlich der Feldeinstellabschnitte 41, die dem ϵ_{an} und ϵ_{am} in der vorherigen dritten Ausführungsform entspricht.

In Fig. 6 wird die Vielzahl der Feldeinstellabschnitte 41 in jedem Hohlraum 34 entlang der Umfangsrichtung in gleichen Abständen angeordnet. Was bei der Bildung der Feldeinstellabschnitte 41 essentiell ist, ist jedoch die Reduzierung eines jeden Hohlraums 34 für eine höhere Kapazität. Solchermaßen können beispielsweise die Feldeinstellabschnitte 41 in jedem Hohlraum 34 zusammen an einer einzigen Stelle ausgebildet werden.

Nebenbei angemerkt, verkleinert die Bereitstellung von

Feldeinstellabschnitten 41 in den einzelnen Hohlräumen 34 wie in der vorliegenden Ausführungsform natürlich das Volumen der Hohlräume 34. Diese Verkleinerung des Volumens bewirkt einen Abfall der Kapazität. Entsprechend kann in einem solchen Fall, wo eine große Anzahl von Feldeinstellabschnitten 41 in inneren Hohlräumen 34 ausgebildet wird, die ursprüngliche Kapazitätserhöhungsfunktion des Feldeinstellabschnitts 41 an der Innenseite gehemmt werden, wobei möglicherweise keine Plasmadichte mit einer ausreichenden Einheitlichkeit bereitgestellt wird.

Mit Rücksicht darauf werden innere Feldeinstellabschnitte 41 aus Materialien mit einer höheren Permittivität (Ferroelektrika) zur Erhöhung der Kapazität hergestellt. Genauer erläutert, verwenden innere Feldeinstellabschnitte 41 zum Beispiel solche Materialien wie Bariumtitanat mit einer relativen Permittivität von nicht weniger als 1000 und Titandioxid (Titan(IV)-oxid) mit einer relativen Permittivität in der Größenordnung von 100. Äußere Feldeinstellabschnitte 41 verwenden solche Materialien wie Quarz mit einer relativen Permittivität in der Größenordnung von 3.

Mit diesen Mitteln kann die Kapazitätsänderung, die sich aus einer Abnahme in den Volumina der Hohlräume 34 ergibt, ausgeglichen werden, so daß die einheitliche Plasmadichte ungeachtet der Anzahl der bereitgestellten Feldeinstellabschnitte 41 immer sichergestellt wird.

[Fünfte Ausführungsform]

Hiernach wird eine Beschreibung der fünften Ausführungsform des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Das Abgasreinigungsgerät für die fünfte Ausführungsform unterscheidet sich von derjenigen der dritten Ausführungsform in der Anordnung der Dielektrika 33. Solchermaßen wird die Beschreibung derselben Teile wie jene der dritten Ausführungsform weggelassen, und die Unterschiede werden hervorgehoben.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht, die die Anordnung der Dielektrika und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der fünften Ausführungsform zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, werden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform für die äußeren Hohlräume 34 kleinere radiale Dickenabmessungen d bereitgestellt. Die andere Anordnung ist dieselbe wie die der dritten Ausführungsform.

Wenn die radialen Dickenabmessungen d der einzelnen Hohlräume 34 bereitgestellt werden, um in Richtung Außenseite abzunehmen, bedeutet dies, daß je weiter außen sich der Hohlraum 34 befindet – d. h. je kleiner die Dicke d ist und je schmaler der Hohlraum 34 ist – desto größere Einflußnahme des dadurch fließenden Abgases auf seine eigene Viskosität ausgeübt wird. Mit der Abnahme der Flußrate nimmt dann, wie im Strömungsbild der Fig. 8 gezeigt, die Verweilzeit des Abgases in diesem Hohlraum 34 zu. Dies bedeutet, daß das Abgas die Reinigungsfunktion vom Plasma über einen längeren Zeitraum erfährt.

Selbst wenn die niedrigeren Felder an der Außenseite dazu neigen, die Abgasreinigungsfunktion zu schwächen, ermöglicht entsprechend die Einstellung der Abnahme mit dem Radius an den radialen Dickenabmessungen d der Hohlräume, daß die radialen Änderungen in der Reinigungsfunktion unterdrückt werden, wodurch eine noch bessere Abgasreinigungsfähigkeit erzielt wird.

In Fig. 7 wird die Flußrate des Abgases reguliert, indem die Dickenabmessungen d der einzelnen Hohlräume 34 verändert werden. Alternativ dazu können beispielsweise alle Hohlräume 34 auf die identische Dicke wie in der dritten Ausführungsform eingestellt werden, während eine Flußein-

stellscheibe 51, wie in Fig. 9 gezeigt, an der stromaufwärts gelegenen Seite der Dielektrika 33 angeordnet wird. Die Flußeinstellscheibe 51 verfügt über ringförmige Löcher 51a konzentrischer Anordnung, die über Breitenabmessungen verfügen, die in Richtung der Außenseite abnehmen. Mit diesen Mitteln wird dieselbe Flußeinstellfunktion wie die oben beschriebene durchgeführt.

[Sechste Ausführungsform]

Hiernach wird eine Beschreibung der sechsten Ausführungsform des plasmaartigen Abgasreinigungsgeräts dargelegt, das die vorliegende Erfindung benutzt.

Das Abgasreinigungsgerät der sechsten Ausführungsform unterscheidet sich von dem der dritten Ausführungsform in der Anordnung der Dielektrika 33. Solchermaßen wird die Beschreibung derselben Teile fallengelassen, die denen der dritten Ausführungsform gleichen, und es werden die Unterschiede hervorgehoben.

Fig. 10 ist einer perspektivische Ansicht, die die Anordnung des Dielektrikums und der Elektroden im plasmaartigen Abgasreinigungsgerät gemäß der sechsten Ausführungsform zeigt. Wie in diesem Diagramm gezeigt, verfügt das plasmaartige Abgasreinigungsgerät der vorliegenden Ausführungsform über Drähte 61, die um die Außenränder der einzelnen Dielektrika 33 herum spiralförmig als vorstehende Abschnitte gewickelt werden. Fig. 10 zeigt das am weitesten außen befindlichen Dielektrikum 33. Obwohl vom Diagramm weggelassen, werden die Drähte 61 um die inneren Dielektrika 33 herum mit einer geringeren Anzahl von Wicklungen gewickelt. Das bedeutet, daß, je weiter außen sich das Dielektrikum 33 befindet, desto höher die Dichte ist, mit der der Draht 61 angeordnet wird.

Hiernach wird eine Beschreibung der Wirkungsweise der solchermaßen aufgebauten sechsten Ausführungsform dargelegt.

Es ist gut bekannt, daß die Koronaentladung schwerer an Ebenen und leichter an vorspringenden Abschnitten oder anderen Bereichen nichteinheitlicher Felder auftritt. Wie aus der Fig. 5 und aus den anderen Figuren ersichtlich, werden daher, wenn die zylindrischen Dielektrika 33 konzentrisch angeordnet werden, die äußeren Dielektrika 33 im Krümmungsradius größer, um den Ebenen ähnlicher werden, wobei eine Erhöhung der Neigung zu einer schweren Entladung besteht. Das bedeutet, daß, je größer der Radius ist, desto höher die Spannung ist, die für eine Koronaentladung benötigt wird (Entladungsanlaufspannung).

In der vorliegenden Ausführungsform werden jedoch die Drähte 61 als vorspringende Abschnitte um die Außenränder der einzelnen Dielektrika 33 herum gewickelt. Diese Drähte 61 funktionieren als Abschnitte nichteinheitlicher Felder, so daß die Koronaentladungen wie in Fig. 11 gezeigt gestartet werden. Hier haben die Drähte 61 folglich neben der Funktion zum Senken der Entladungsanlaufspannung die Funktion der Vereinheitlichung der Erzeugung von Startentladungsfunken. Da die Drähte 61 an der Außenseite, wo die Koronaentladungen schwerer auftreten, mit einer größeren Anzahl an Windungen gewickelt werden, wird die Entladungsanlaufspannung in den radialen Richtungen vereinheitlicht. Als Ergebnis davon kann die an den Elektroden angelegte Spannung einheitlich an den einzelnen Hohlräumen 34 angelegt werden, so daß eine noch höhere Abgasreinigungsfähigkeit erreicht wird.

Wie in Fig. 11 gezeigt, wird nun der Wickschritt P eines Drahtes so eingestellt, daß er gleich oder größer als die Dicke d des Hohlraums 34 ist, in dem der Draht 61 angeordnet wird (der Abstand vom Draht 61 zum Innumfang des Dielektrikums 33, an den die Entladung auch ausgestoßen

wird). Der Grund dafür liegt darin, daß, wenn ein Wickschritt P zu klein ist, Störungen zwischen den von den benachbarten Drähten 61 erzeugten elektrischen Feldern verursacht werden, was zu einer schwereren Entladung führt.

In Fig. 10 werden die Drähte 61 um die Außenränder der Dielektrika 33 herum gewickelt, um als vorspringende Abschnitte zu funktionieren. Alternativ dazu können die Vorsprünge zum Zeitpunkt der Herstellung der Dielektrika 33 integral an den Außenrändern der Dielektrika 33 gebildet werden, so daß diese Vorsprünge als vorspringende Abschnitte funktionieren. Überdies können die Vorsprünge an den Innenrändern der Dielektrika 33 angeordnet werden, wobei in diesem Fall dieselben Funktionen und Auswirkungen wie die oben beschriebenen erhalten werden können.

Während die Beschreibung der Ausführungsformen so weit abgeschlossen ist, sind die Verfahren der vorliegenden Erfindung nicht auf diese Ausführungsformen beschränkt.

In den vorherigen Ausführungsformen wurde das Abgas alleine mithilfe der Koronaentladung gereinigt. Jedoch können die Geräte ausgebildet werden, um eine einem Katalysator-basierende Reinigungsfunktion zu vereinigen. Zum Beispiel können im Falle der Einschließung eines Katalysators am Abgasreinigungsgerät der ersten Ausführungsform Katalysatorschichten 71 an den inneren Flächen eines jeden Hohlraums 6 im Dielektrikum 5 gebildet werden. Danach wird das Abgas, das durch die Hohlräume 6 strömt, auch vom Katalysator gereinigt. Im übrigen werden gewöhnliche Drei-Wege-Katalysatoren, Nox-Katalysatoren und dergleichen, um der Maximierung der Kontaktflächen mit dem Abgas willen als ganze Katalysatorschichten ausgebildet. In den Fällen, wo die Koronaentladungsfelder innerhalb der einzelnen Hohlräume 6 erzeugt werden, wie in den oben beschriebenen Ausführungsformen gemäß der vorliegenden Erfindung, können die Katalysatorschichten 71 oder die elektrischen Leiter nichtsdestotrotz Kurzschlüsse verursachen, um die Koronaentladungen zu behindern, wenn die Katalysatorschicht überall auf den Oberflächen gebildet wird. Wie in Fig. 12 gezeigt, sind die Katalysatorschichten 71 aus diesem Grund vorzugsweise in der Zwischen-Elektrodenrichtung (die senkrechte Richtung im Diagramm) an den Querschnitten H segmentiert, um Kurzschlüsse aufgrund der Katalysatoren 71 zu verhindern. Darüber hinaus zeigt die Fig. 12 den Fall, in dem die Katalysatorschichten 71 auch in der zur Zwischen-Elektrodenrichtung senkrechten Richtung segmentiert werden, obwohl die Segmentierung in dieser Richtung nicht nötig ist.

Die oben beschriebenen Ausführungsformen standen mit den Fällen in Verbindung, in denen die Abgasreinigungsgeräte eine einzige Dielektrikumeinheit(en) 5, 33 umfaßt (s. Fig. 2 und 5). Abhängig von den Bedingungen wie beispielsweise der Flußrate des Abgases und der benötigten Reinigungsfähigkeit kann, wie in Fig. 13 gezeigt, dennoch eine Vielzahl an Dielektrika 5 in Schichten angeordnet werden. Wie in Fig. 14 gezeigt, können auch mehrere Dielektrika 33 in einer Matrice angeordnet werden.

In der oben beschriebenen ersten und zweiten Ausführungsform werden die rechteckigen Hohlräume 6 senkrecht und horizontal angeordnet. In der dritten bis sechsten Ausführungsform werden die zylindrischen Hohlräume 34 konzentrisch angeordnet. In diesen Hohlräumen 6 und 34 werden die Koronaentladungsfelder gebildet. Hohlräume können jedoch jede Form oder Anordnung annehmen, solange sie voneinander getrennt werden, um eine Reduktion im Bereich der Entladung zu erlauben. Daher können Hohlräume zum Beispiel in einer Honigwabenanordnung ausgebildet werden, die geläufig in Zusammenhang mit Katalysatoren und dergleichen verwendet wird.

Obwohl die oben beschriebenen Ausführungsformen mit

den plasmaartigen Abgasreinigungsgeräten in Verbindung standen, die auf den Motor 1 gerichtet sind, ist die vorliegende Erfindung darüber hinaus nicht darauf beschränkt. Die plasmaartigen Abgasreinigungsgeräte können auf jede Brennvorrichtung gerichtet sein, solange die Vorrichtung Abgas ausstößt, das gereinigt werden soll. Zum Beispiel können die plasmaartigen Abgasreinigungsgeräte für das Reinigen des Abgases eingesetzt werden, das von einer Fabrik oder dergleichen ausgestoßen wird.

Patentansprüche

1. Ein plasmaartiges Abgasreinigungsgerät, das ein Paar aus einer Entladungselektrode (7) und einer Erdungselektrode (8) umfaßt, die in einem Abgasweg (2) der Brennvorrichtung (1) angeordnet sind, und ein Entladungsmittel (9) umfaßt, um zwischen den Elektroden eine Spannung anzulegen, damit ein Koronaentladungsfeld erzeugt wird, wobei das durch den Abgasweg (2) strömende Abgas durch das Koronaentladungsfeld gereinigt wird; wobei das Gerät weiterhin ein Dielektrikum (5) umfaßt, der im Abgasweg (2) zwischen der Entladungselektrode (7) und der Erdungselektrode (8) angeordnet wird; und wobei das Dielektrikum (5) mehrere unabhängige Hohlräume (6) aufweist, um zu erlauben, daß das Abgas hindurchströmt.
2. Das Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß: die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen (6) entlang der Richtung quer durch die Elektroden angeordnet wird; und der Ausdruck $V \geq E_a \times (D_s \times \epsilon_a / \epsilon_s + D_a) \times R$ wahr ist, worin V eine für eine Entladung zwischen der Entladungselektrode (21) und der Erdungselektrode (22) benötigte eingepreiste Spannung ist, E_a ein für die Ionisierung erforderliches elektrisches Feld ist, die, auf jeden der Hohlräume (6) wirkt, ϵ_a die Permittivität eines jeden der Hohlräume (6) ist, ϵ_s die Permittivität des Dielektrikums (5) ist, D_a die Gesamtdicke der Hohlräume (6) in Richtung quer durch die Elektroden ist, D_s die Gesamtdicke des Dielektrikums (5) in Richtung quer durch die Elektroden ist und R eine relative Gasdichte ist, die mit zur Temperatur und zum Druck korreliert ist.
3. Das Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß: eine Elektrode aus der Entladungselektrode (31) und der Erdungselektrode (32) linear ausgebildet ist, und die andere Elektrode zylindrisch ausgebildet und mit der ersten Elektrode in der Mitte angeordnet ist; wobei sich das Dielektrikum aus einer Vielzahl an zylindrischen Dielektrikumschichten (33) zusammensetzt, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet wird; wobei sich die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen aus einer Vielzahl an unabhängigen, zylindrischen Hohlraumschichten (34) zusammensetzt, die zwischen der Vielzahl an Dielektrikumschichten (33) gebildet werden; und der Ausdruck $V E_a \times \{ \epsilon_a m \times (r_{a2m} - r_{a1m}) / \ln(r_{a2m} / r_{a1m}) \} \times R \times \Sigma \{ \ln(r_{a2n} / r_{a1n}) / \epsilon_{an} + \ln(r_{s2k} / r_{s1k}) / \epsilon_{sk} \}$ für eine mste Hohlraumschicht wahr ist, worin V eine für eine Entladung zwischen der Entladungselektrode (31) und der Erdungselektrode (32) aufgeprägte Spannung ist, E_a ein für die Ionisierung benötigtes elektri-

sches Feld ist, das auf jede der Hohlraumschichten (34) wirkt, Σ eine Gesamtsumme unter $n = 1-N$ und $k = 1-K$ ist ist, vorausgesetzt, daß N die Anzahl der Hohlraumschichten (34) zwischen den Elektroden und K die Anzahl der Dielektrikumschichten (33) ist, ϵ_{an} die Permittivität einer nsten Hohlraumschicht ist, ϵ_{sk} die Permittivität einer ksten Dielektrikumschicht ist, ϵ_{am} die Permittivität der msten Hohlraumschicht ist, r_{a1n} der innere Radius der nsten Hohlraumschicht ist, r_{a2n} der äußere Radius der nsten Hohlraumschicht ist, r_{s1k} der innere Radius der ksten Dielektrikumschicht ist, r_{s2k} der äußere Radius der ksten Dielektrikumschicht ist, r_{a1m} der innere Radius der msten Hohlraumschicht ist, r_{a2m} der äußere Radius der msten Hohlraumschicht ist und R eine relative Gasdichte ist, die zur Temperatur und zum Druck korreliert ist.

4. Das Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß:

eine der Elektroden der Entladungselektrode (31) und der Erdungselektrode (32) linear ausgebildet ist und die andere Elektrode zylindrisch ausgebildet und mit der ersten Elektrode in der Mitte angeordnet ist; wobei sich das Dielektrikum aus einer Vielzahl an zylindrischen Dielektrikumschichten (33) zusammensetzt, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet werden;

wobei sich die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen aus einer Vielzahl an unabhängigen, zylindrischen Hohlraumschichten (34) zusammensetzt, die zwischen der Vielzahl an Dielektrikumschichten (33) gebildet werden; und

Feldeinstellabschnitte (41) zum Einnehmen eines Außenumfangsmaßes in den Hohlraumschichten (34) angeordnet werden, so daß die inneren Hohlraumschichten in der Permittivität höher sind als die äußeren Hohlraumschichten.

5. Das Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß:

eine der Elektroden der Entladeelektrode (31) und der Erdungselektrode (32) linear ausgebildet ist und die andere Elektrode zylindrisch ausgebildet und mit der ersten Elektrode in der Mitte angeordnet ist;

wobei sich das Dielektrikum aus einer Vielzahl an zylindrischen Dielektrikumschichten (33) zusammensetzt, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet werden;

wobei sich die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen aus einer Vielzahl an unabhängigen, zylindrischen Hohlraumschichten (34) zusammensetzt, die zwischen der Vielzahl an Dielektrikumschichten (33) gebildet werden; und

wobei die radialen Dickenabmessungen der Hohlraumschichten (34) an der Außenseite kleiner sind als an der Innenseite.

6. Das Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß:

eine der Elektroden der Entladeelektrode (31) und der Erdungselektrode (32) linear ausgebildet ist und die andere Elektrode zylindrisch ausgebildet und mit der ersten Elektrode in der Mitte angeordnet ist;

wobei sich das Dielektrikum aus einer Vielzahl an zylindrischen Dielektrikumschichten (33) zusammensetzt, die zwischen den Elektroden, konzentrisch um die eine Elektrode der Elektroden herum, angeordnet werden;

wobei sich die Vielzahl an unabhängigen Hohlräumen

aus einer Vielzahl an unabhängigen, zylindrischen
Hohlraumschichten (34) zusammensetzt, die zwischen
der Vielzahl an Dielektrikumschichten (33) gebildet
werden; und

wobei vorspringende Abschnitte, die sich in die Hohl- 5
raumschichten (34) erstrecken, auf den Oberflächen
der Dielektrikumschichten (33) angeordnet werden, so
daß ihre Anordnungsdichten an den äußeren Dielektri-
kumschichten höher sind als an den inneren Dielektri-
kumschichten. 10

Hierzu 7 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. 1

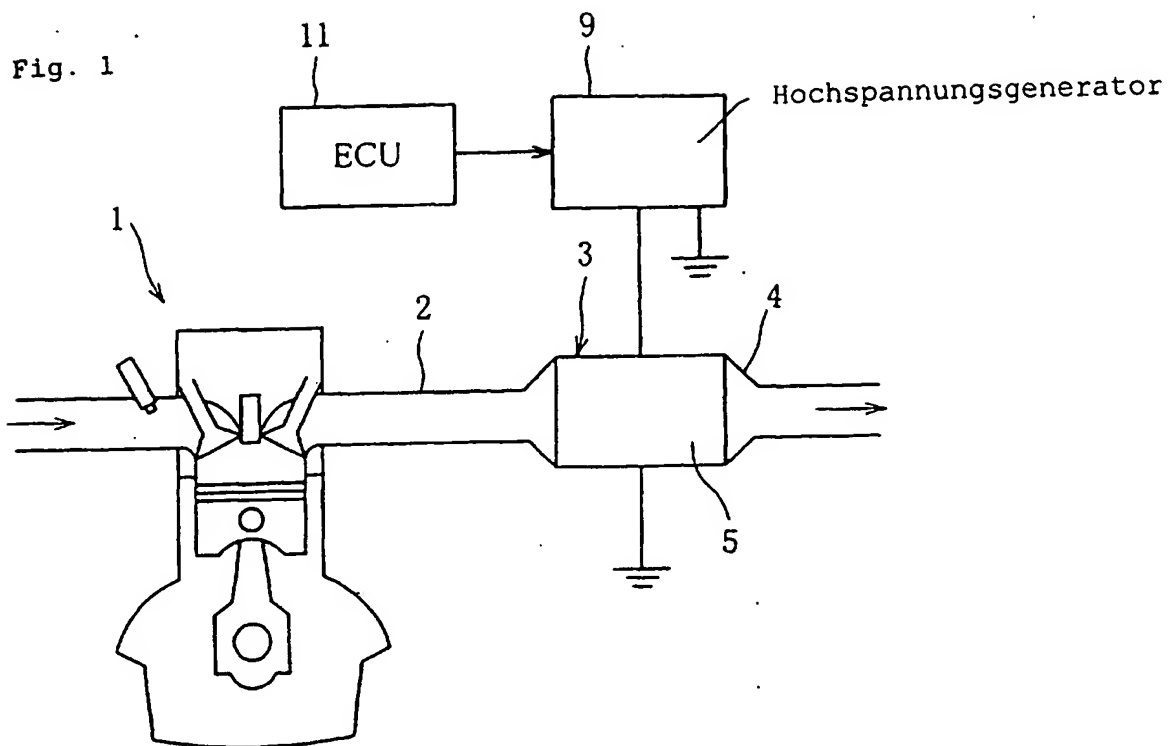


Fig. 2

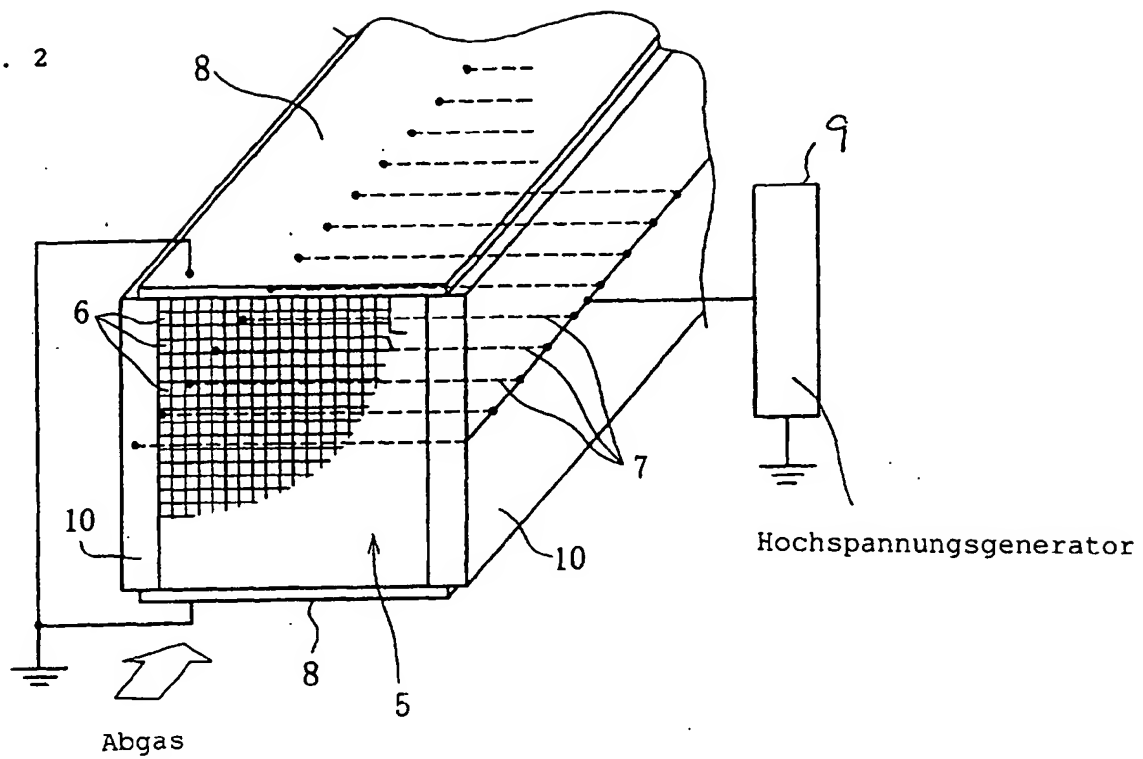


Fig. 3

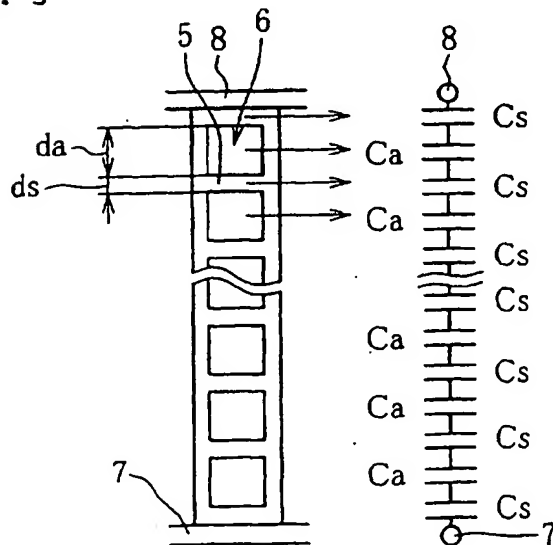


Fig. 4

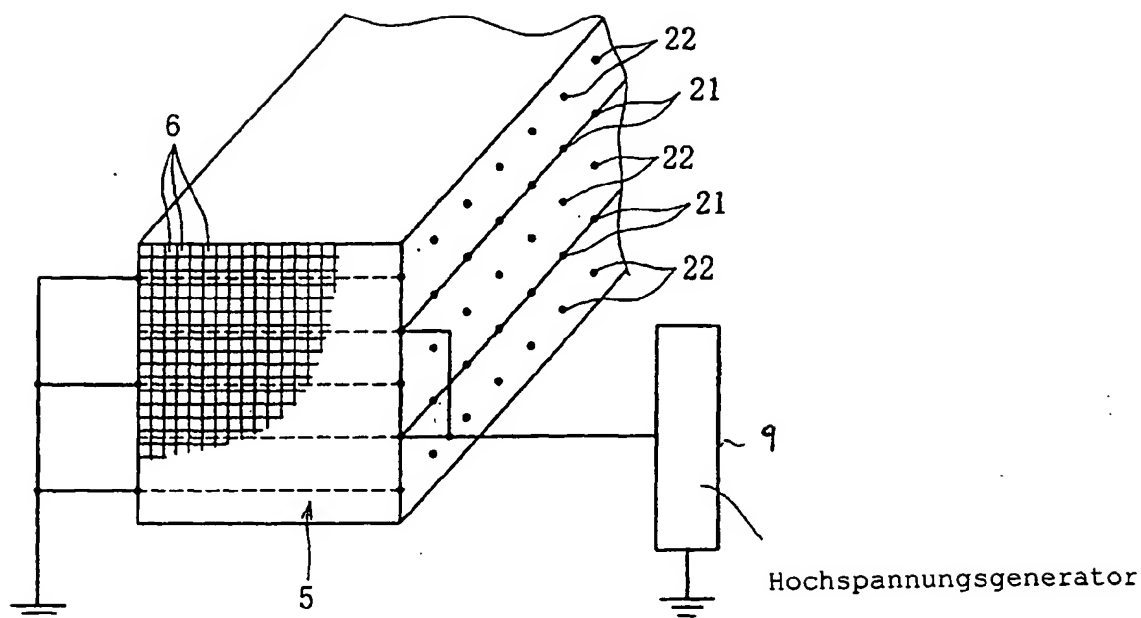


Fig. 5

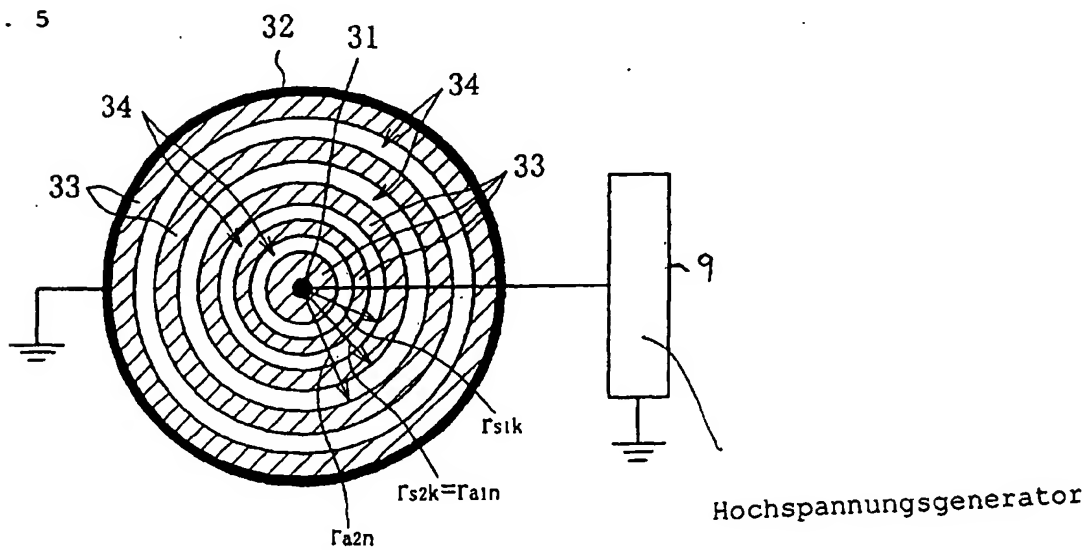


Fig. 6

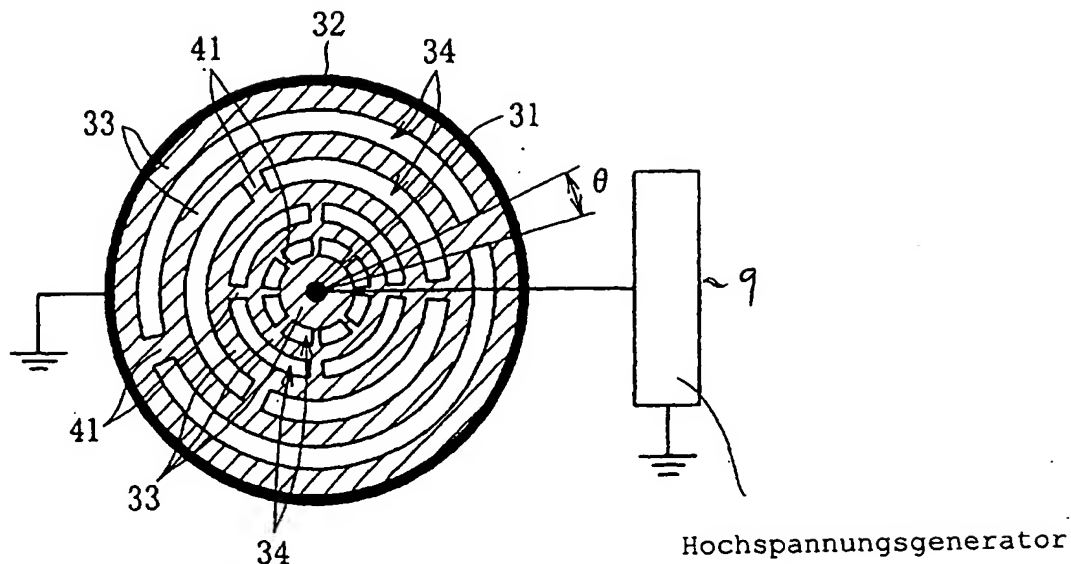


Fig. 7

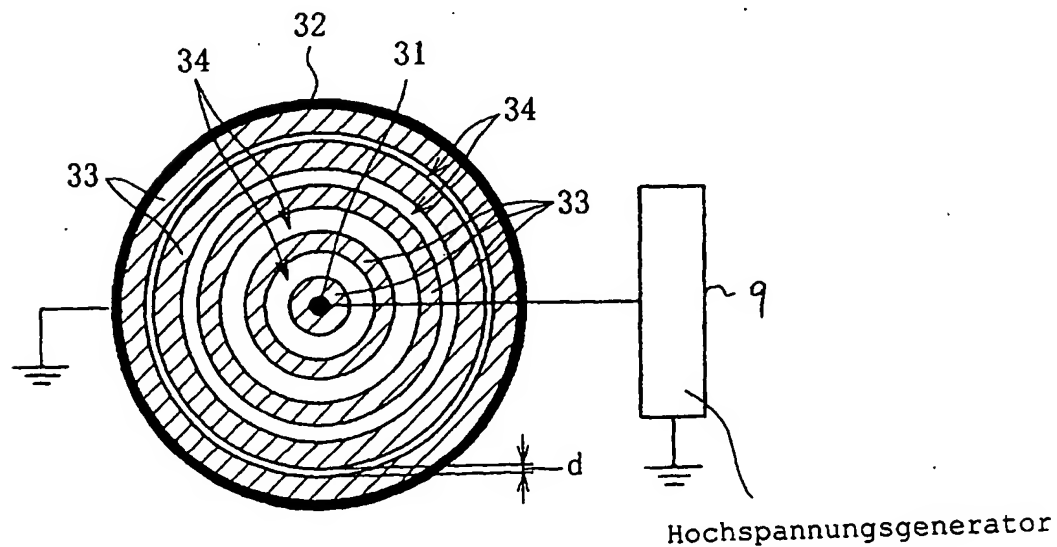


Fig. 8

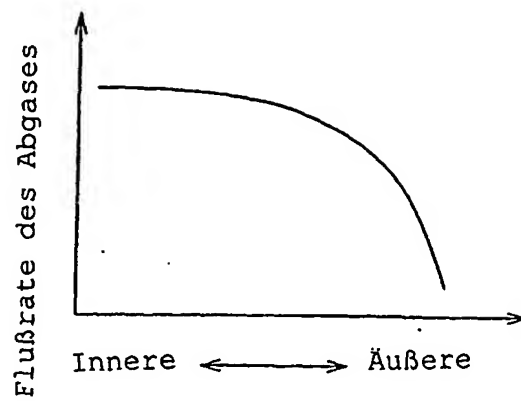


Fig. 9

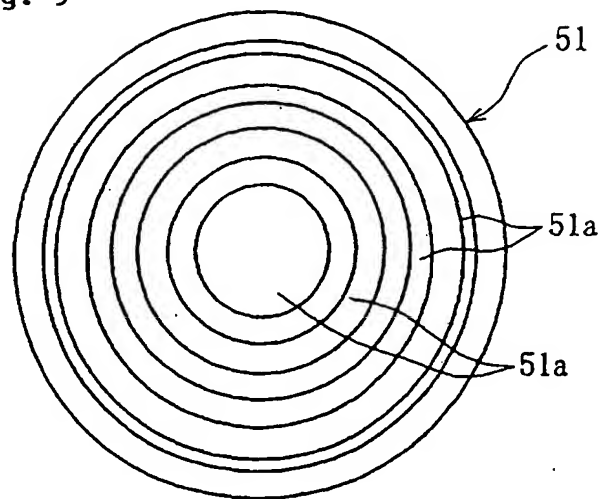


Fig. 10

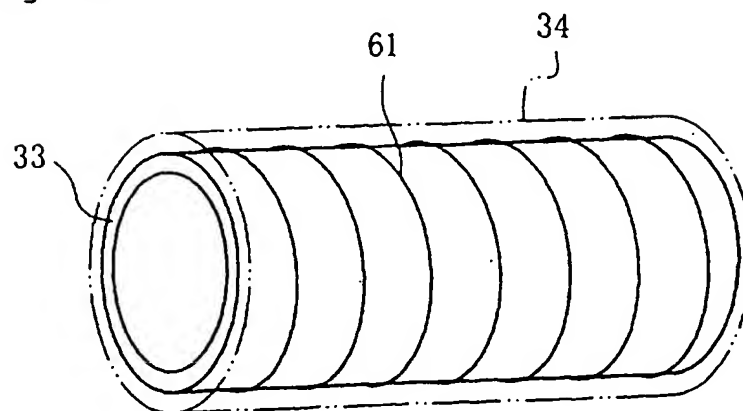


Fig. 11

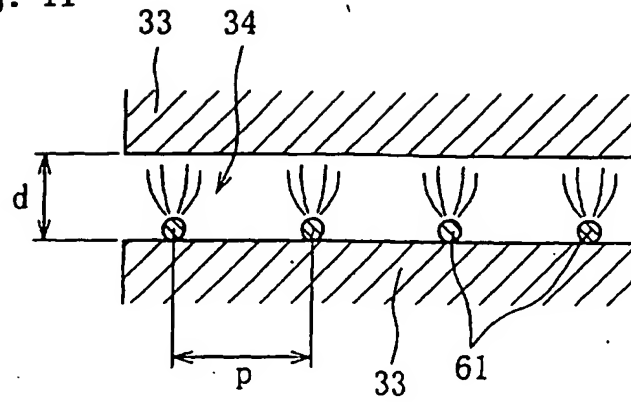


Fig. 12

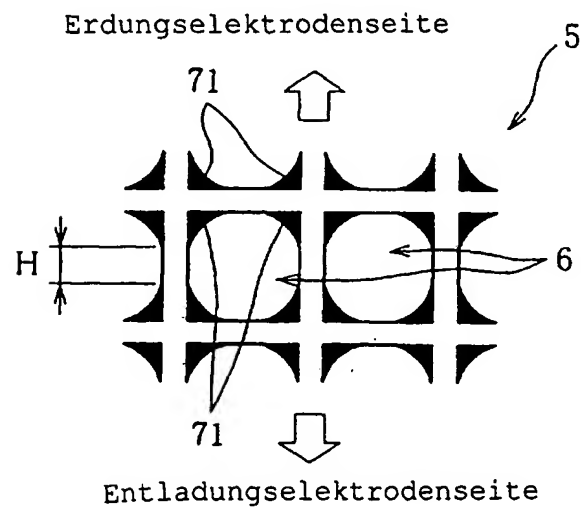


Fig. 13

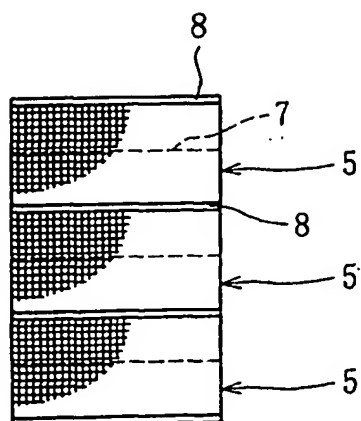


Fig. 14

